Technical Reports

Editor: Rainer Bertelsmeier, DJ9BV

144MHz wideband noise amplifier

Charles Suckling, G3WDG

Introduction

This amplifier was developed to amplify the output from a 10GHz receiver with a 144MHz if to a level capable of driving a Hewlett Packard power meter (HP432). It has many applications, from noise figure measurement/comparison in conjunction with a calibrated noise source to sun/moon noise measurements of EME equipment. Its main use to date has been for dish tracking for 10GHz EME using moon noise. For accurate noise measurements the amplifier/power meter system has two main advantages over audio type power meters - it is very accurate (limited only by the linearity of the amplifier) and the noise level does not fluctuate to any noticeable extent. Audio measurements suffer from receiver agc action, unknown detector characteristics etc which can ofter cause several dB error in quoted sun noise readings! For moon noise tracking an accurate power meter is not required of course: I use a simple diode detector/op amp combination which gives 0 to fsd of about 3dB.

The circuit diagram of the amplifier is shown in Fig 1. The amplifier consists of a BFR91 tuned input stage for low noise figure, driving a cascade of 4 modamps with stages coupled through 2-chamber TOKO helical filters, which define the bandwidth of the amplifier. The bias to the first stage is adjustable to allow the desired output level to be set for a wide range of input levels. The amplifier gain can be varied from 33 to 75dB. At the highest gain setting, the noise output from a typical converter (eg 3dB noise figure, 30dB conversion gain) will be amplified to approximately -6dBm, plenty to drive a thermal power meter.

The output modamp was chosen to have a high 1dB compression point. 0.25dB gain conpression occurs at about 7dBm output for a cw signal. For noise measurements it is normal practice to expect compression effects to occur some 10dB below the cw value, so it is recommended for highest accuracy not to exceed about -3dBm noise output power. This should give sufficient range to measure say at least 17dB of sun noise, as the power meter would be measuring about -20dBm on cold sky, which is within the capability of an HP432 type power meter if the meter is zeroed frequently to take account of any zero drift.

Construction

The construction of the amplifier is straightforward. The component layout on the pcb is shown in Fig. 2. The pcb is housed in a homemade box built from single or double sided copper clad pcb material. The prototype used double-sided, with only the internal seams soldered. The accompanying figures should explain the construction. The location of the pcb in the box is shown in Fig 3, and Fig 6 shows how the connectors are fitted, by filing slots in the pcb to accept the connector flange.

Details of the input coil are given in Fig 5. The bias inductors Lb are 15 turns of 0.3mm enamelled copper wire internal diameter 3mm, while the FB inductors were 1 turn of 0.3mm wire on a small

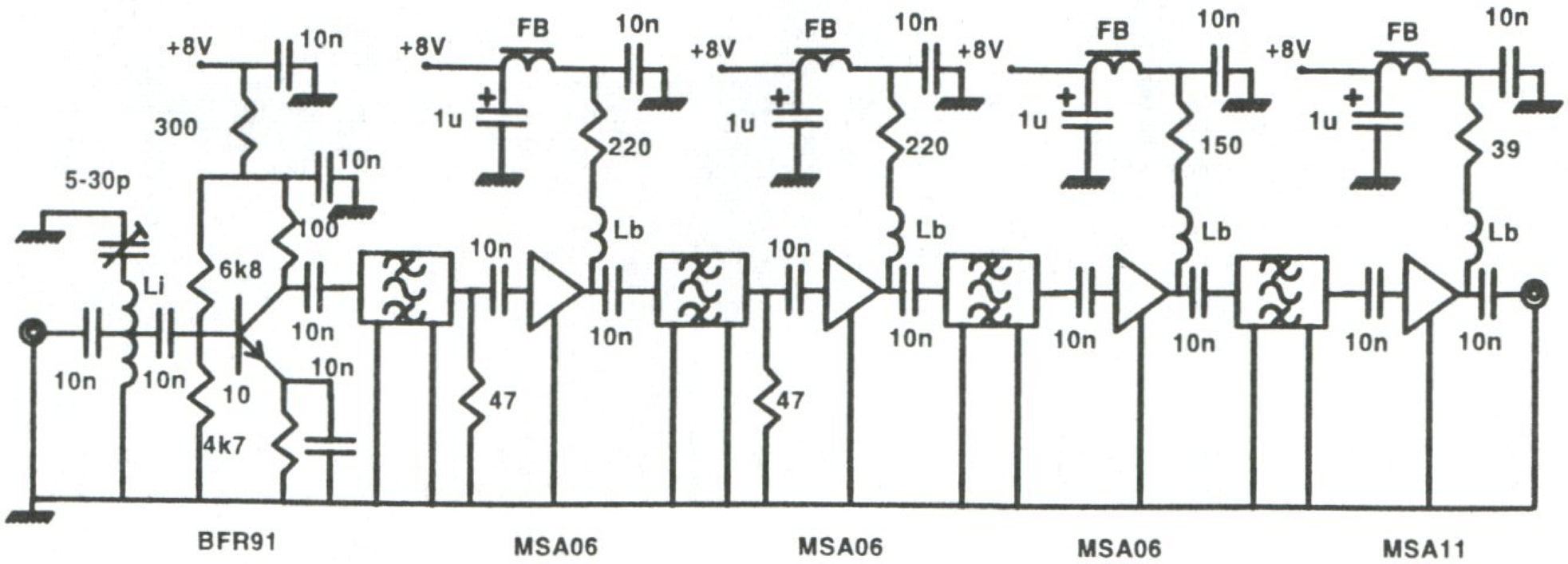

Fig. 1: Circuit Diagram

single hole ferrite bead. Mounting of the Toko helical filters is shown in Fig 4. The filters are Toko type 271MT-1006A Cirkit stock # 17-10062. It is recommended to slot the holes in the pcb where the tabs of the filter are to pass through. This can be done by "filing" with a drill or sharp knife. In order to make soldering to the filter tabs easier, it is recommended to scrape or file off the laquer and tin the tabs before fitting the filter to the board. If this is not done, soldering the tabs to the ground-plane side can be difficult.

The +8V power connections were brought out individually through feedthrough capacitors mounted in one of the sides of the box, and commoned outside. The power feed to the first stage was fed from the wiper of a 250R ten turn pot connected between the +8V rail and ground. This is the gain control potentiometer. The +8V rail should be regulated - a 7808 three terminal regulator fed from a 12V supply was used in the prototype.

It is recommended not to mount the unit inside another housing, unless strong interfering signals on 144MHz are a problem. I had some problems initially with stability when the unit was put into another housing (diecast box). This was probably due to coupling between the flexible coaxial cables used to link the input and output connections to bulkhead sockets fitted to the secondary housing. Some level of screening of the component side of the board is probably necessary, such as a tinplate lid soldered to the inside of the box.

At the time of writing (1 Oct 1993) two prototypes of this amplifier have been built and the design should be considered experimental. It has not yet been fully beta tested, and is published mainly as a source of ideas rather than a fully proven design. Prototype pcbs are available from the Microwave Committee Components Service. Please phone for details.

One further note of caution. The output power from this amplifier is capable of overdriving the power sensors of certain types of power meter. If the amplifier is left connected to the power meter while transmitting, the output power under these conditions may be sufficient to cause a drift in the power meter zero, or could possibly damage the sensor.

Deutsch

Einführung

Dieser Verstärker wurde entwickelt, um das Ausgangssignal eines 10 GHz-Empfängers soweit zu verstärken, um es mit einem HP435 Leistungsmesser messen zu können. Die Baugruppe hat viele mögliche Anwendungen, angefangen von Rauschzahlmessungen mit kalibrierten Rauschquellen oder für Mond-/Sonnenrauschmessungen bei EME-Stationen. Bei mir wird das Modul hauptsächlich dazu benutzt, durch Messung des Mondrauschens auf 10 GHz meinen Spiegel für EME nachzusteuern. Bei Rauschzahlmessungen hat diese Baugruppe zwei Vorteile gegenüber Messung auf der NF-Seite:

1. Es ist sehr genau

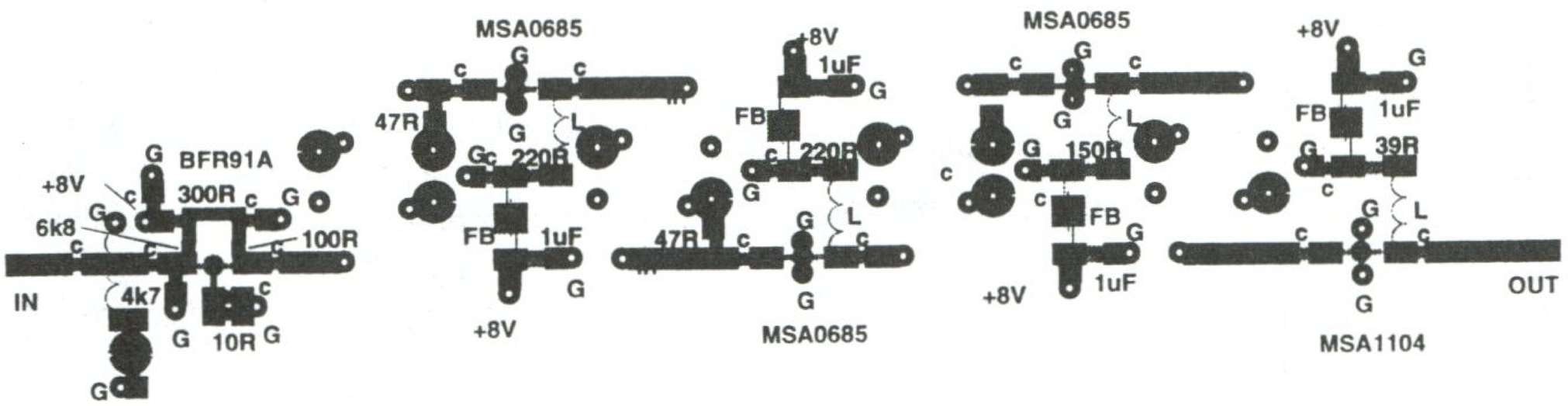

Fig. 2: Component Layout

2. Geringe Schwankungen der Anzeige bedingt durch die große Bandbreite

NF-Messungen leiden auch an der nichtlinearen Charakteristik des Demodulators und der AGC. Das kann zu Fehlern von einigen dB führen.

Wenn man Mondrauschen mißt, ist ein genauer Leistungsmesser wie der HP435 nicht erforderlich. Da es nur auf die relative Anzeige ankommt, kann man einen einfachen Diodendetektor nachschalten, der einen Vollauschlag von 3 dB auf irgendeinem Instrument produziert.

Die Schaltung ist in Abb. 1 zu sehen. Der Verstärker benutzt im Eingang einen BFR91 mit Ausgangsbandfilter. Diese Stufe hat eine niedrige Rauschzahl. Darauf folgen 4 Stufen mit MSA-0685/1104 Modamps. Diese sind über TOKO Helical-Filter gekoppelt und bestimmen die Bandbreite. Durch Ändern des Stroms im ersten Verstärker kann die Gesamtverstärkung von 35 bis 75 dB geregelt werden. Bei der höchsten Verstärkung wird der Output von einem Konverter mit 3 dB Rauschzahl und 30 dB Verstärkung auf ca. -6 dBm verstärkt. Damit kann man ohne weiteres einen thermischen Leistungsmesser ansteuern.

Der Ausgangsverstärker ist ein MSA-1104, um eine hohe Ausgangsleistung ohne Kompression zu erreichen. Diese ist ca.- 0,25 dB bei +7 dBm Ausgangsleistung. Wegen des hohen Crest-Faktors (Verhältnis von Spitzenleistung zu mittlerer Leistung) bei Rauschsignalen ist es nötig ca. 10 dB unter der Kompressionsleistung zu bleiben. Für größte Genauigkeit ist es sinnvoll, unter einer Ausgangsleistung von -3 dBm zu bleiben. Ist die minimale Leistung des thermischen Leistungsmessers -20 dBm (z.B. ein HP432) kann man bei regelmäßigem Nullabgleich mindestens 17 dB Sonnenrauschen messen. Ein HP435 würde den Dynamikbereich auf mindestens 20 dB erweitern. Bei diesen Messungen ist die Genauigkeit ca.

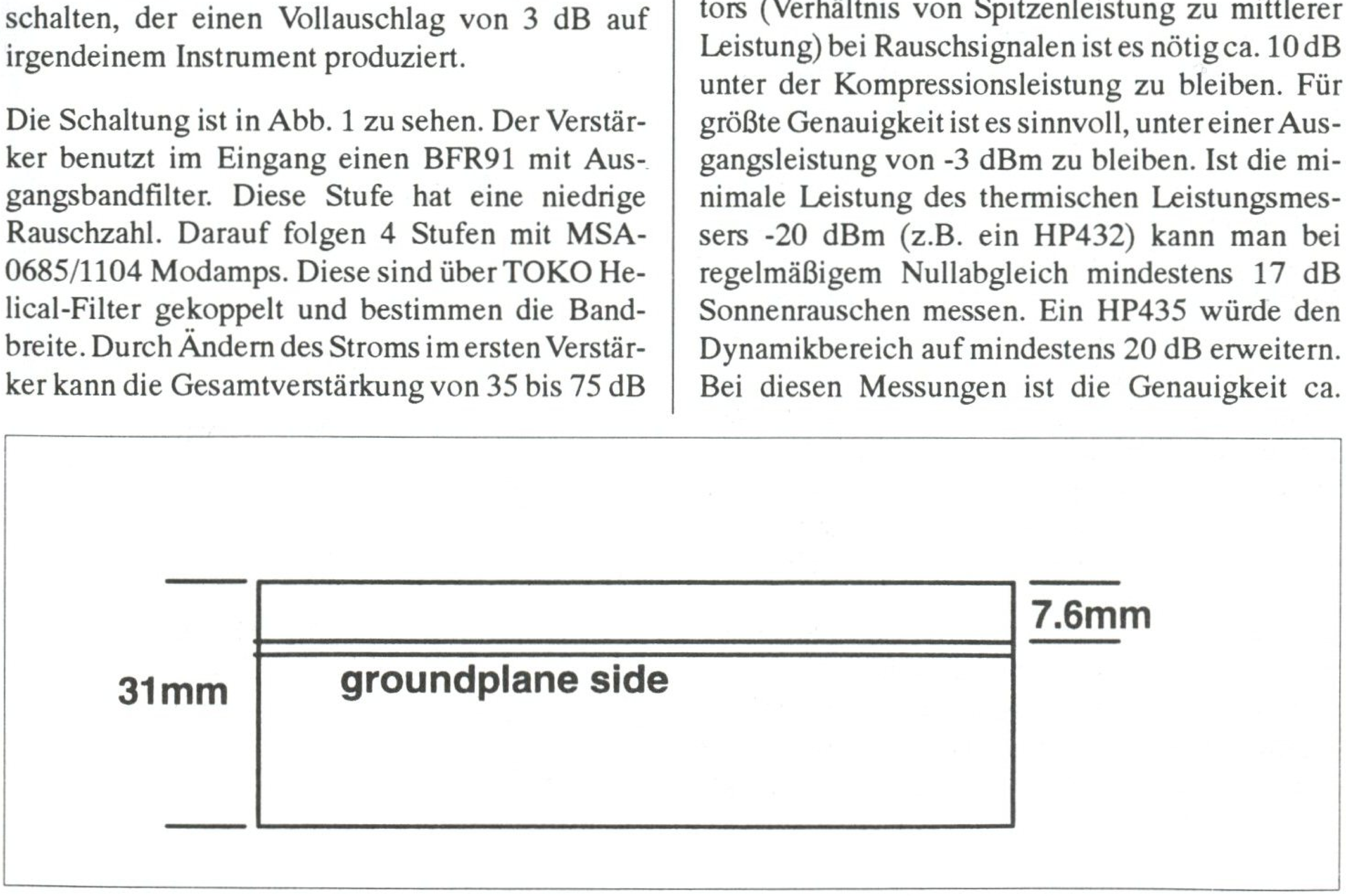

Fig. 3: Location of PCB in the Box

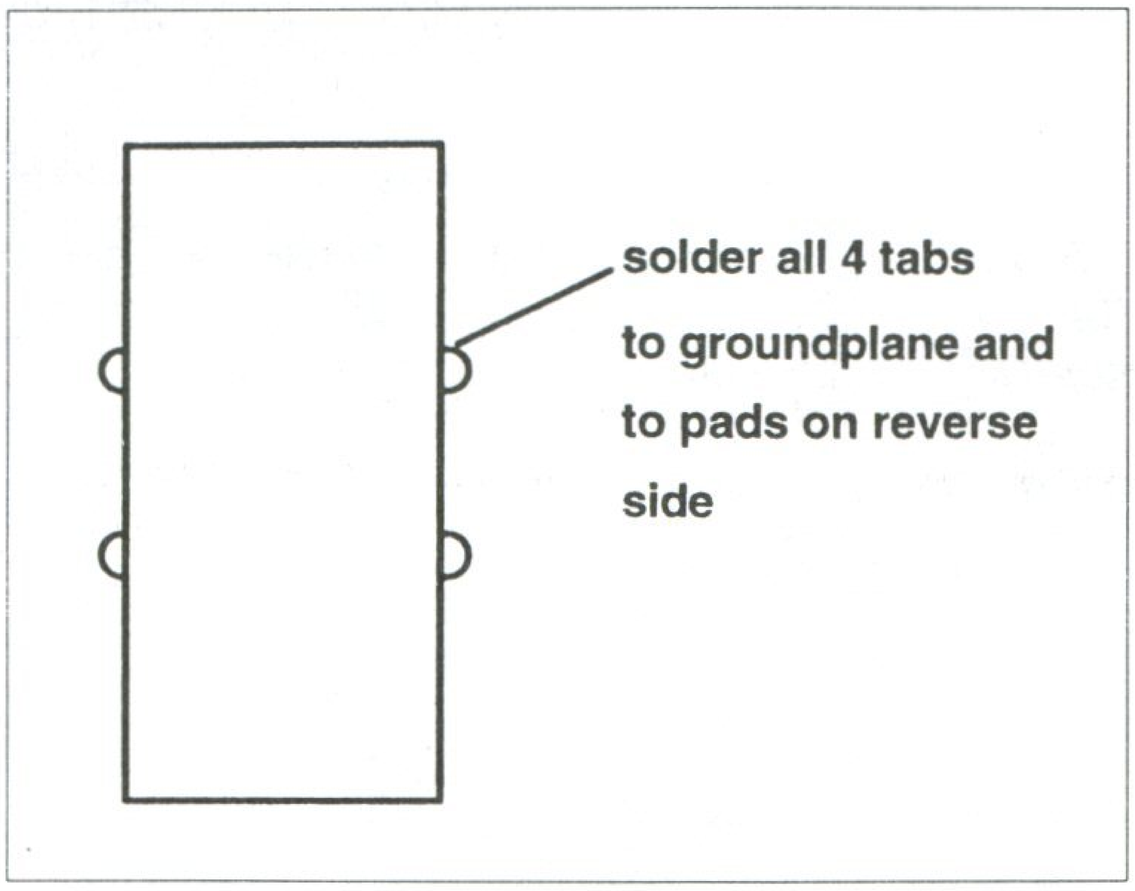

Fig. 4: Filter Mounting

±0,1 dB! Das unterscheidet sich wohltuend von der sonst erreichbaren Genauigkeit von ±1 dB, die man mit der Substitutionsmethode mittels geeichtem Abschwächer in der ZF erzielen kann, ganz zu schweigen von der Genauigkeit bei NF-Messungen, die ±2 dB kaum übersteigen dürfte.

Konstruktion

Die Konstruktion des Verstärkers ist recht einfach. Die Anordnung der Teile ist aus Abb. 2 ersichtlich. Die Platine kann man in ein selbstgebautes Gehäuse aus Platinenmaterial einbauen. Die Anordnung der Platine in dem Gehäuse sieht man in Abb. 3. Abb. 6 zeigt, wie die Anschlußbuchsen eingebaut werden. Eine Detailzeichnung der Eingangsspule zeigt Abb. 5. Die Drosseln für die Modamps (lb) werden aus 15 Wdg., 0,3 mm CuL auf einem 3 mm Dorn gewickelt. Die Drosseln FB in der Betriebsspannung sind 1 wdg., 0,3 mm CuL durch einen Ferritkern (Dämpfungsperle).Die Montage der TOKO Filter 271MT-1006A zeigt Abb. 4. Die Fahnen für das Gehäuse der Filter müssen durch Schlitze in der Platine durchgesteckt werden.

Die Betriebsspannung von 8 V wird individuell pro Stufe über Durchführungskondensatoren zugeführt. Die Spannung der ersten Stufe wird mit einem 250 Ohm Potentiometer abgegriffen. Die Betriebsspannung wird mit einem 7808 Regler aus 12V gewonnen.

Es wird nicht empfohlen, das Modul in ein anderes Gehäuse zu montieren. Zuerst hatte ich ein Druckgußgehäuse verwendet. Das gab Probleme mit Selbsterregung, wahrscheinlich durch Übersprechen der Koaxkabel, die ich zum Verbinden mit den Buchsen verwendet hatte.

Zur Zeit (10/93) sind zwei Prototypen des Verstärkers aufgebaut. Es ist eher eine experimentelle Bauidee als eine durchentwickelte Sache. Es soll eher als Anregung für eigene Versuche dienen. Platine können aber beim Microwave Committee Components Service bezogen werden.

Anmerkung: Die Ausgangsleistung dieses Verstärkers kann bis zu 50 mW betragen. Das ist für einige Sensoren schon zu viel. Deswegen ist Vorsicht bei Sensoren geboten, die nur 10 mW aushalten.

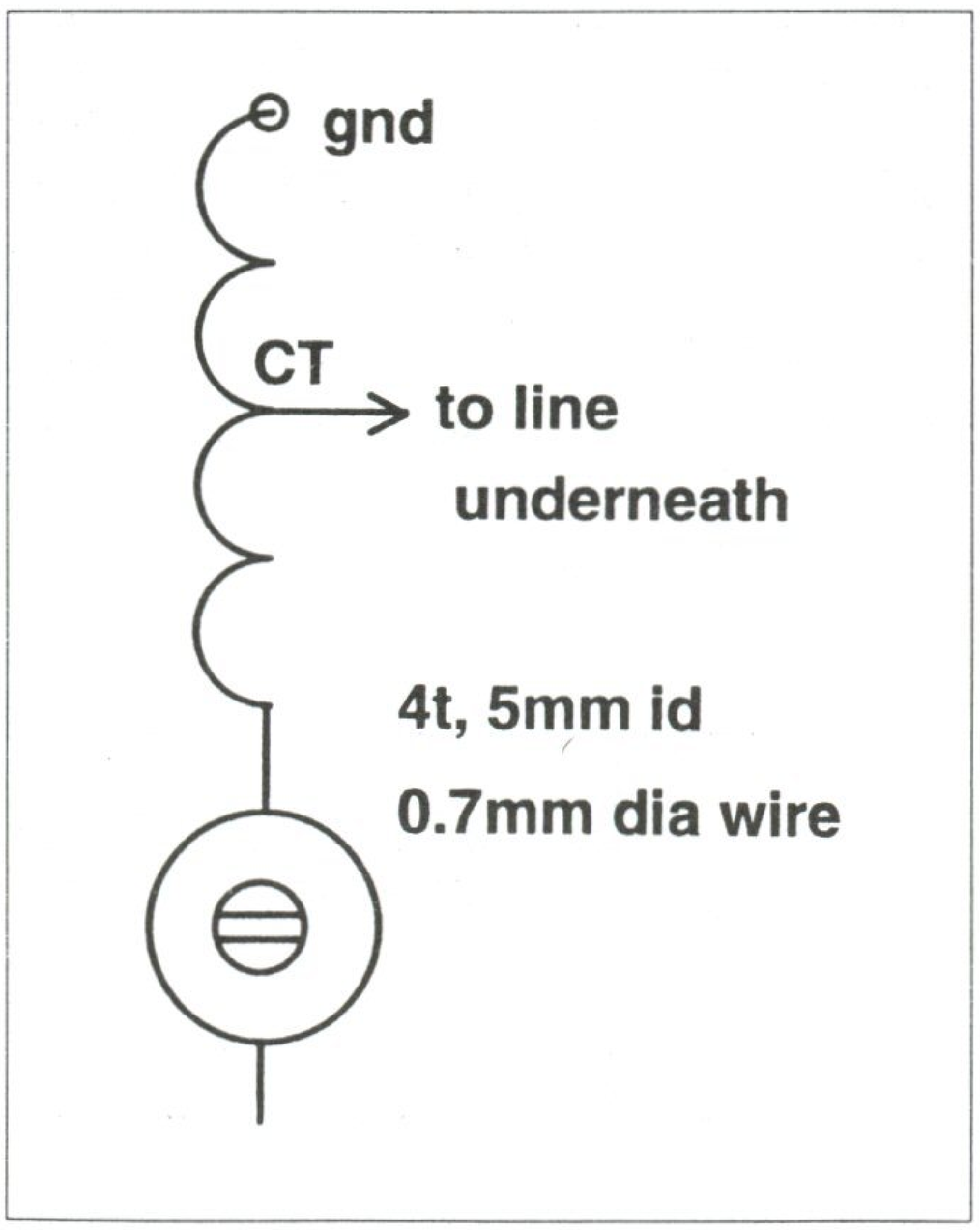

Fig. 5: Input Coil